

Homework 9 - Interacciones entre partículas

Claudia Lizeth Hernández Ramírez

27 de octubre de 2021

1. Introducción

Agregar a cada partícula una masa y hacer que esa masa cause fuerzas gravitacionales (atracciones) además de las fuerzas causadas por las cargas. Estudiar la distribución de velocidades de las partículas y verificar gráficamente que esté presente una relación entre los tres factores: la velocidad, la magnitud de la carga, y la masa de las partículas. Tomando en cuenta que la velocidad también es afectada por las posiciones.

2. Desarrollo

Comencé trabajando con el código que se nos explicó en clase [2]. Posteriormente, agregué la masa a mi programa, siendo esta un valor aleatorio y normalizado.

Trabajé con 25 partículas, 55 iteraciones y 10 repeticiones.

Listing 1: Segmento de código se agrega la masa.

```
n <- 25 #cantidad de particulas
datos = data.frame()
repeticiones = 1:10

for (reply in repeticiones) {
  p <- data.frame(reply, x = rnorm(n), y=rnorm(n), c=rnorm(n), m=rnorm(n))
  [...]
  mmax = max(p$m)
  mmin = min(p$m)
  p$m = (p$m - mmin) / (mmax - mmin) + 0.001
}
```

De igual forma, se modificó la parte que afecta la masa a la función.

Listing 2: Segmento de código función-masa.

```
fuerza <- function(i) { #datos de la particula i
  xi <- p[i,]$x
  yi <- p[i,]$y
  ci <- p[i,]$c
  mi = p[i,]$m #masa
  G = 0.6674 #Valor ficticio de Constante de Gravitacion Universal

  fx1 = 0
  fy1 = 0
  fx2 = 0
  fy2 = 0
  for (j in 1:n) {
```

```

cj <- p[j,]$c
mj = p[j,]$m
dir <- (-1)^(1 + 1 * (ci * cj < 0))
dx <- xi - p[j,]$x
dy <- yi - p[j,]$y
factor <- dir * abs(ci - cj) / (sqrt(dx^2 + dy^2) + eps) #carga entre
particulas
factor1 <- G * ((mi * mj) / ((sqrt(dx^2 + dy^2) + eps)^2)) #masa entre
particulas

fx1 = fx1 - dx * factor
fy1 = fy1 - dy * factor
fx2 = fx2 - dx * factor1
fy2 = fy2 - dy * factor1

fx = fx1 + fx2
fy = fy1 + fy2

```

Con la formula de la **Fuerza Gravitacional**[1]:

$$F = G \frac{m_1 * m_2}{r^2} \quad (1)$$

Se determinó como afectaría la masa a mis partículas.

Listing 3: Segmento de código velocidad.

```

p$vel=numeric(n)
for (iter in 1:tmax) {
  f <- foreach(i = 1:n, .combine=c) %dopar% fuerza(i)
  delta <- 0.02 / max(abs(f)) # que nadie desplace una paso muy largo
  p$x <- foreach(i = 1:n, .combine=c) %dopar% max(min(p[i,]$x + delta * f[c(TRUE,
    FALSE)][i], 1), 0)
  p$y <- foreach(i = 1:n, .combine=c) %dopar% max(min(p[i,]$y + delta * f[c(FALSE,
    TRUE)][i], 1), 0)
  v = foreach(i = 1:n, .combine=c)%dopar% sqrt((delta * f[c(TRUE, FALSE)][i])^2
    + (delta * f[c(FALSE, TRUE)][i])^2)
  p$vel=p$vel+v
}

```

Para visualizar el comportamiento de los resultados se obtuvieron las gráficas 1 y 3.

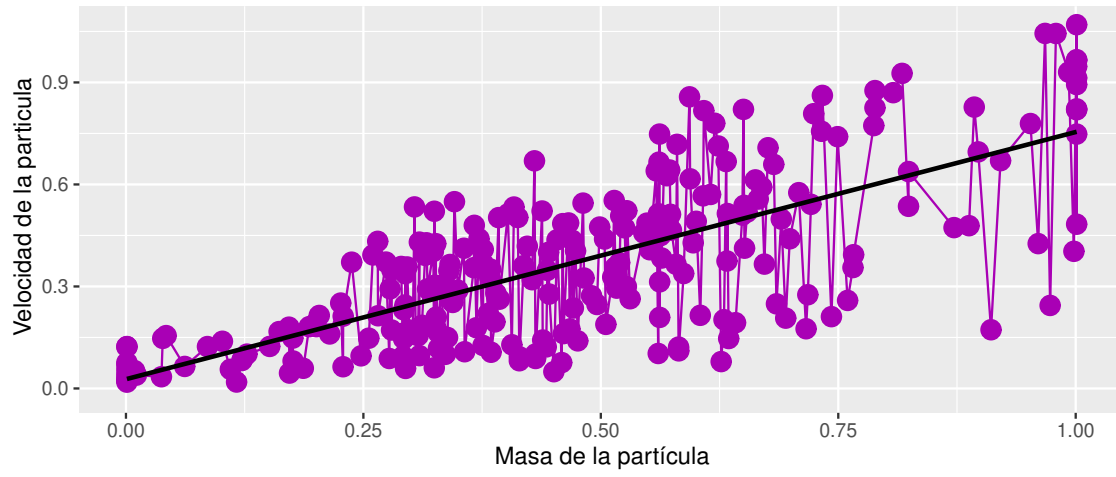


Figura 1: Masa vs Velocidad.

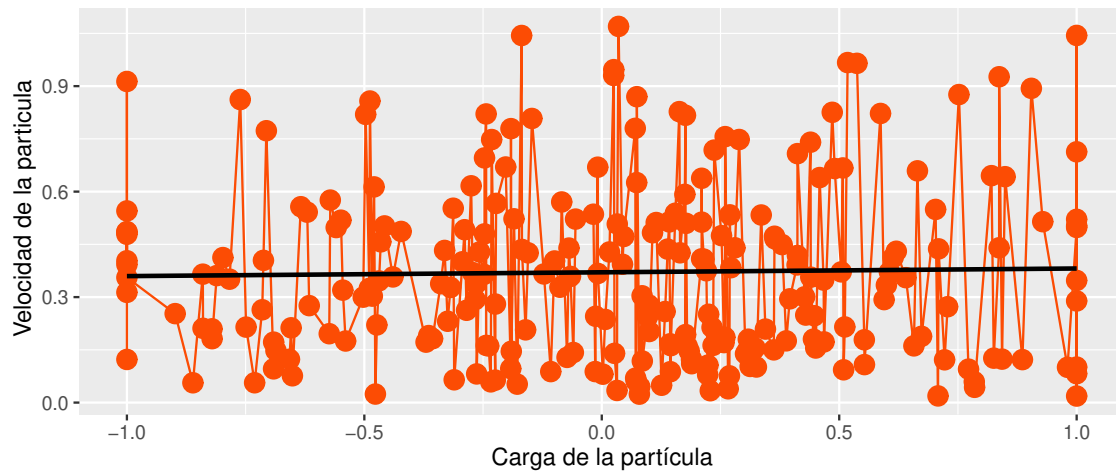


Figura 2: Carga vs Velocidad.

3. Estadística.

Cuadro 1: Resultados obtenidos de prueba de normalidad de Shapiro.

Carga	W value	P value	¿Se acepta H0?
-5	0.8914	0.1761	sí
-4	0.8561	0.0212	no
-3	0.8732	0.0345	no
-2	0.9510	0.3563	sí
-1	0.9497	0.1306	sí
0	0.9241	0.0167	no
1	0.9272	0.0105	no
2	0.8821	0.0031	no
3	0.8843	0.0308	no
4	0.8669	0.0244	no
5	0.9332	0.3758	sí

Cuadro 2: Información individual de los datos.

Carga	Qty. Participantes	promedio	Desv. Std.	Varianza	Mediana	Rango Intercuartil
-5	10	0.45	0.20	0.04	0.44	0.12
-4	15	0.33	0.22	0.05	0.26	0.17
-3	16	0.29	0.18	0.03	0.24	0.33
-2	21	0.37	0.21	0.04	0.33	0.26
-1	33	0.40	0.26	0.06	0.37	0.40
0	36	0.37	0.28	0.08	0.34	0.38
1	42	0.35	0.23	0.05	0.37	0.35
2	30	0.33	0.21	0.04	0.27	0.30
3	18	0.42	0.28	0.07	0.36	0.40
4	16	0.34	0.30	0.09	0.20	0.45
5	13	0.43	0.32	0.10	0.49	0.42

Cuadro 3: Diferencias entre grupos. Kruskal-Wallis.

	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
-4	1									
-3	1	1								
-2	1	1	1							
-1	1	1	1	1						
0	1	1	1	1	1					
1	1	1	1	1	1	1				
2	1	1	1	1	1	1	1			
3	1	1	1	1	1	1	1	1		
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Cuadro 4: Resultados obtenidos de prueba Kruskal-Wallis.

Chi cuadrada	DF	P
4.9822	10	0.8924

De lo anterior se muestran algunos estados obtenidos de las partículas en diferentes tiempos.

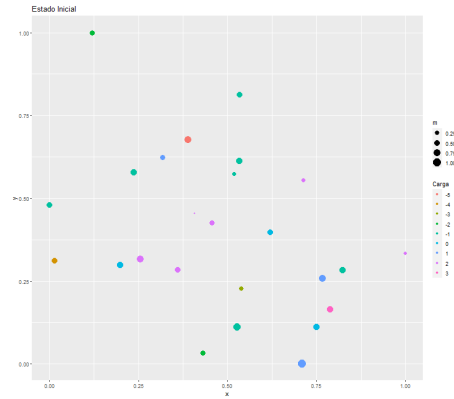


Figura 3: Estado inicial de las partículas.

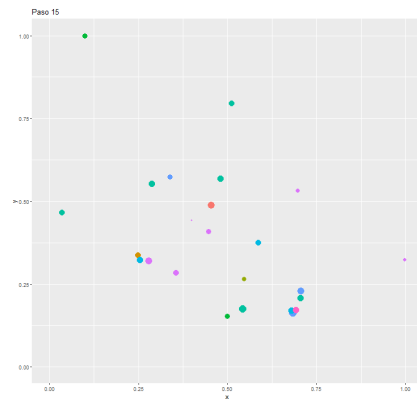


Figura 4: Estado de las partículas en tiempo 15.

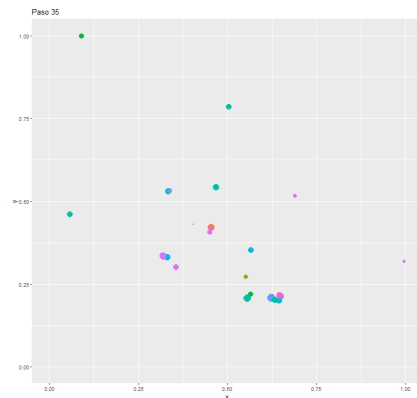


Figura 5: Estado de las partículas en tiempo 35.

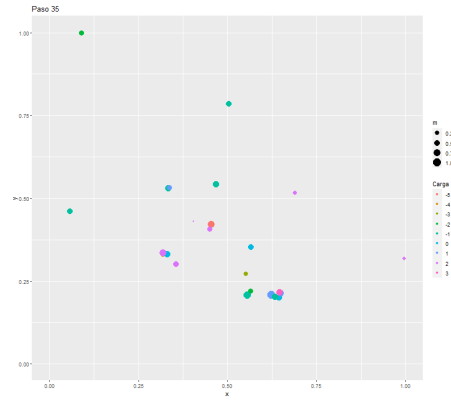


Figura 6: Estado de las partículas en tiempo 35.

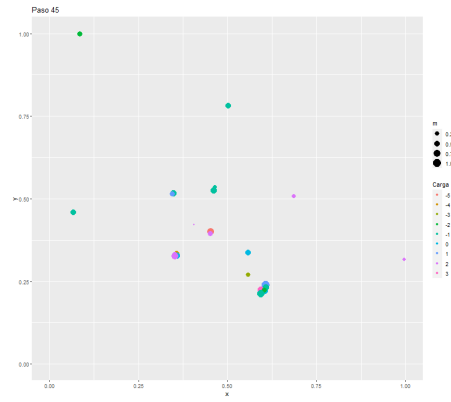


Figura 7: Estado de las partículas en tiempo 45.

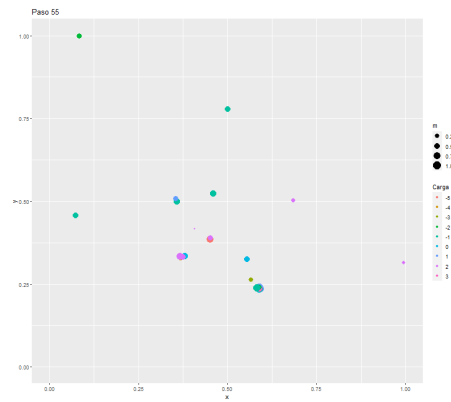


Figura 8: Estado de las partículas en tiempo 55.

4. Masas Fijas.

Para apreciar de una mejor forma la relación que tienen las masas, se optó por determinar valores fijos, en este caso masas con valores de 1, 1.5, 2, 2.5 y 3.

Listing 4: Segmento de código - Masas Fijas.

```
datos = data.frame()
masas = seq(1, 3, 0.5)
repeticiones = 1:5
```

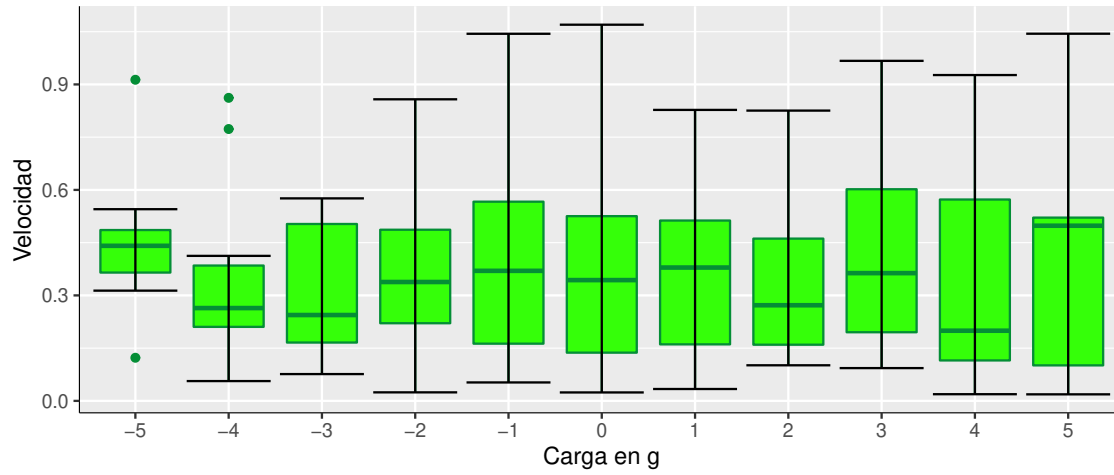


Figura 9: Comportamiento de la velocidad considerando carga y masa.

```
n <- 25

for (masa in masas){
  for ( replica in repeticiones){
    [...]
    mmax = max(p$m)
    mmin = min(p$m)
    p$m=masa #masa fija
```

5. Estadística de Masa Fija.

Cuadro 5: Resultados obtenidos de prueba de normalidad de Shapiro.

Carga	W value	P value	¿Se acepta H0?
1	0.9671	0.0038	no
1.5	0.8970	$8,6 \times 10^{-8}$	no
2	0.9241	$2,81 \times 10^{-6}$	no
2.5	0.8980	$9,72 \times 10^{-8}$	no
3	0.9249	$3,14 \times 10^{-6}$	no

Cuadro 6: Resultados obtenidos de prueba Kruskal-Wallis.

Chi cuadrada	DF	P
7.5389	4	0.11

Cuadro 7: Diferencias entre grupos. Kruskal-Wallis.

	1	1.5	2	2.5
1.5	0.468			
2	1	1		
2.5	0.907	1	1	
3	0.085	1	1	1

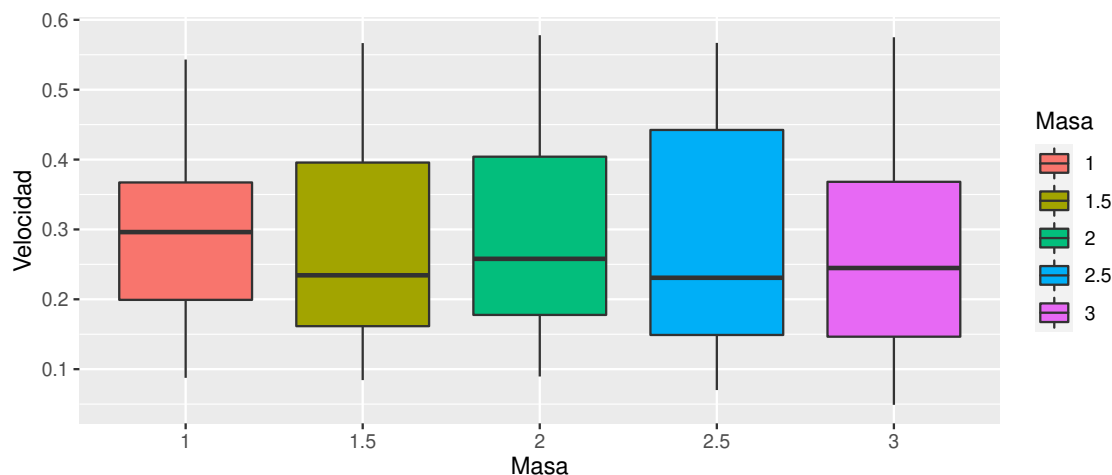


Figura 10: comportamiento de la velocidad considerando masa fija.

6. Conclusión.

Se puede observar en las gráficas 1 y 3 el comportamiento que tiene la **velocidad** con respecto a la **masa** y a la **carga** respectivamente. En la relacion con la masa podemos observar una tendencia directamente proporcional respecto a la masa, es decir, si aumenta la masa aumenta la velocidad, teniendo datos atípicos. Este resultado contradice mi hipótesis inicial, ya que pensaba que a menor masa sería mayor la velocidad con la que se moverían las partículas.

Por otro lado, en la relación de la velocidad con la carga se observa una tendencia inversamente proporcional: a mayor carga, la velocidad disminuye. por otro lado, si determinamos un valor fijo para la masa o mas estable, de igual forma, variando los valores de la carga, la velocidad no presentará una diferencia significativa.

Referencias

- [1] Manual de L^AT_EX. Escribir ecuaciones, 2021. URL <https://manualdelatex.com/tutoriales/ecuaciones>.
- [2] Elisa Schaeffer. Codigo clase, 2021. URL <https://elisa.dyndns-web.com/teaching/comp/par/p9.html>.